

Računarska mreža i njeni slojevi

Šta je internet?

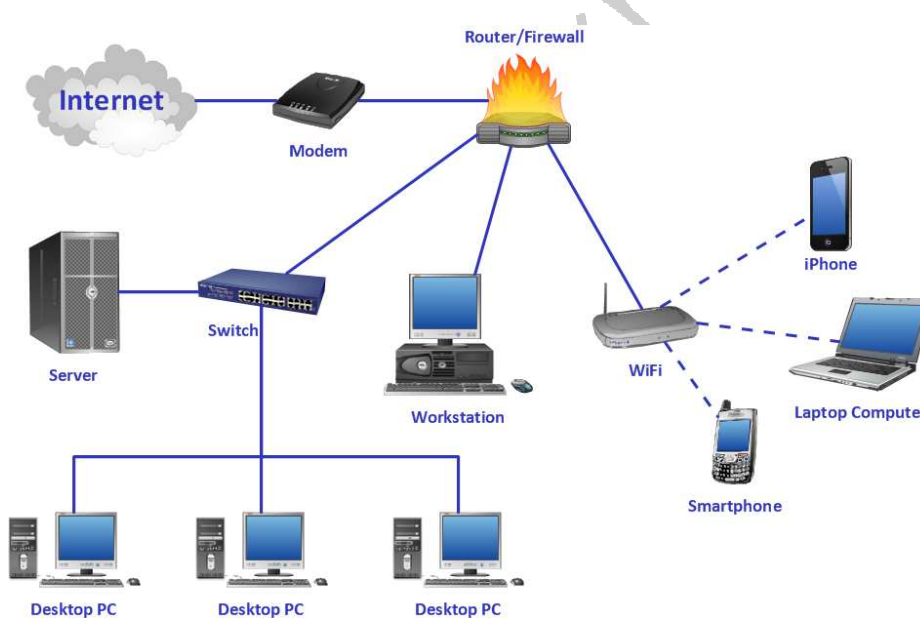
Internet je računarska mreža koja povezuje milione uređaja po svetu. Donedavno, ti uređaji su bili primarno tradicionalni desktop računari (kako Windows i macOS tako i Linux sistemi), kao i serveri koji skladište i prenose informacije kao što su web stranice i e-mail adrese. Odnedavno, primat preuzimaju netradicionalni sistemi koji koriste internet, kao što su laptopovi, pametni telefoni, tableti, televizori, konzole, kamere, automobili i razni senzori. Kako je raznovrsnost uređaja koji koriste internet velika, termin *računarska mreža* je pomalo zastareo. U internet žargonu, ovi uređaji se zovu ili domaćini (hosts) ili krajnji sistemi (end systems).

Komponente računarske mreže

U zavisnosti od veličine mreže, postoji određen broj komponentata koje su joj potrebne da bi to zapravo i bila mreža. Za manje mreže, te komponente su mrežne karte u računarima, kablovi koji povezuju te kartice, kao i svič koji povezuje te kablove. Veće računarske mreže se sastoje od više komponentata:

- **Klijenti** – računari, ili uređaji koje krajnji korisnici koriste radi pristupa internetu. Dakle, reč je o uređajima koje korisnik svakodnevno koristi: mobilni telefon, desktop računar, laptop. Klijentski računari se mogu zvati i radne stanice.
- **Serveri** – uređaji, uglavnom računari, koji obezbeđuju resurse kao što su mrežni servis – slanje imejlava i pristup internetu i skladištenje podataka. Operativni sistemi serverskih računara su uglavnom namenski, specijalizovani, koji im omogućavaju da pružaju ove servise. Neki od tih operativnih sistema su Windows Server i Linux.
- **Mrežne kartice** – kartica koja je priključena na računar i koja mu omogućava komunikaciju preko mreže. Većina današnjih računara dolazi sa ovom karticom kao već ugrađenom direktno u matičnu ploču računara. Svaki klijent i svaki server mora imati ovakvu karticu kako bi mogao biti deo mreže.
- **Kablovi** – računari u mreži su fizički povezani jedni sa drugima i to upravo kablovima. Kroz istoriju računarskih mreža se koristilo više tipova kablova, a do danas su se održali kablovi sa upredenom paricom (twisted pair), koaksijalni kablovi, kao i optički kablovi. Kablovi sa upredenom paricom su se originalno koristili u telefoniji, a tek kasnije postali deo računarskih mreža. Sačinjeni su od jednog ili više parova isprepletanih bakarnih žica kako bi se smanjio električni šum. Koaksijalni kablovi sadrže jednu bakarnu žicu koja je okružena sa tri sloja koji vrše funkciju izolacije i zaštite. Koriste se uglavnom u kablovskoj televiziji i podržavaju veće protoke nego telefonski kablovi. Optički kablovi se sastoje od velikog broja niti od stakla ili plastike koji koriste svetlo za prenos podataka. Od ove tri vrste kablova, omogućavaju najbrži i najveći protok podataka.

- **Svičevi (switches)** – Mrežni kablovi uglavnom ne povezuju računare direktno već to rade kroz uređaj koji se zove svič (switch). Ovaj uređaj povezuje računare sa drugim računarima. Svaki svič ima određeni broj priključaka na sebi (uglavnom 8, 16 i više) i u zavisnosti od toga određuje koliko se računara može međusobno povezati. Takođe, svičevi se sami po sebi mogu povezivati međusobno kako bi kreirali veće mreže.
- **Bežične mreže (wireless networks)** – U većem broju mreža, kablovske konekcije se zamenjuju bežičnim konekcijama koje omogućavaju istu takvu komunikaciju dva računara ali posredstvom radio talasa. U bežičnim mrežama, transmiteri i risiveri menjaju ulogu kablova. Najveća prednost bežičnih mreža se ogleda upravo u njihovom nazivu i to – da nam nije potreban kabl kako bismo postali deo mreže. Najveće mane ovakvih mreža su to što smo ograničeni dometom signala transmitera i činjenica da su ovakve mreže manje sigurne i stabilne od kablovskih mreža.
- **Mrežni softver** – Iako bez mrežnog hardvera nema ni računarskih mreža, softver koji će koristiti funkcionalnost ovog hardvera je takođe neophodan. Serverski računari uglavnom koriste namenske operativne sisteme kako bi ispunili svoju ulogu, dok klijentski računari moraju biti ispravno podešeni kako bi mogli pristupiti željenoj mreži.



Slika 1.1. Primer povezanosti komponenta jedne računarske mreže¹

Prednosti mreža

Iako se po ovim komponentama možda čini da su mreže kompleksne i da ih je teško postaviti jer postoji toliko činilaca, mreže imaju i velike prednosti, a najveća prednost mreža se ogleda upravo u deljenju. Preciznije, mreže su kreirane kako bi se delile informacije, resursi i aplikacije.

¹ <https://www.taqnay.com/2020/02/taqnay-knowledge-center-network.html>

- **Deljenje informacija** – Mreže omogućavaju korisnicima deljenje informacija na nekoliko načina, u zavisnosti od toga o kakvom tipu informacija je reč. Uobičajeni način deljenja informacija je zapravo deljenje fajlova. Pored ovoga, mreže se koriste i za razmenu poruka, bilo da je reč o imejlovima ili preko popularnih aplikacija na mobilnim uređajima kao što su WhatsApp, Viber i slični. Takođe, preko mreža se mogu deliti i video-poruke.
- **Deljenje resursa** – Neki resursi računara, kao što su na primer štampači ili hard diskovi, mogu se deliti preko mreže kako bi i drugi korisnici imali pristup njima, što samo po sebi može rezultovati manjim troškovima. Takođe, pored ovih resursa, i sama internet konekcija se može deliti, pa tako više računara može biti povezano u jedan svič koji je povezan na internet i na taj način bi i ti računari imali pristup internetu.
- **Deljenje aplikacija** – Jedan od uobičajenih razloga za umrežavanje je taj što korisnici mogu zajedno raditi na jednoj istoj aplikaciji. Na primer, jedno odeljenje u firmi može imati svoju aplikaciju kojoj više radnika te firme može odjednom pristupiti sa različitih računara.

Veličina mreža

Na osnovu broja uređaja u mreži i površine koju ta mreža pokriva, mreže se mogu podeliti na sledeće:

- **Local area network (LAN)** – Lokalna mreža je mreža u kojoj su računari uglavnom blizu jedni drugih, na primer u sklopu iste kancelarije ili zgrade. Treba napomenuti da sam termin LAN nužno ne označava da je mreža mala u pogledu broja uređaja povezanih na nju. LAN mreža može brojati stotine uređaja, ali je bitno da su ti uređaji jedni blizu drugih.
- **Wide area network (WAN)** – Mreža šireg područja (regionalna mreža) je mreža koja se prostire u čitavom gradu, regionu ili celoj državi. Ove mreže se često koriste kako bi se dve ili više LAN mreža povezale. Na primer, WAN mreža može povezati kancelarije jedne firme (koje su u LAN-u) sa kancelarijama iste te firme u drugom gradu. Opet treba napomenuti da je zapravo površina ta koja određuje da li je mreža LAN ili WAN.
- **Metropolitan area network (MAN)** – mreža gradskog područja. Ova mreža je manja od WAN-a, a veća od LAN-a. Uglavnom, mreža gradskog područja objedinjuje više lokalnih mreža u istom gradu koje se ne mogu međusobno povezati kablovima ili bežičnim putem.

Čvorovi i paketi

Kada je reč o konkretnom prenosu informacija između dva uređaja, koriste se termini *čvorovi* i *paketi*:

- **Čvorovi (engl. nodes)** – Čvor je zapravo uređaj na mreži koji može biti isti kao naš računar. U mrežama je akcenat na tome kako su zapravo čvorovi međusobno povezani.

- **Paketi (engl. *packets*)** – Paket je zapravo poruka koja se šalje preko mreže, od jednog čvora do drugog. Paket u sebi sadrži adresu čvora sa kojeg je poslat, odrednicu do kog čvora treba stići, kao i samu informaciju koja se šalje. Ako je ta informacija velika, sam paket se može podeliti na manje pakete i tako postupno slati preko mreže.

Pitanje

Da bi se računari povezali na mrežu, prvenstveno je potrebno da računar poseduje:

- kabl
- **mrežnu karticu**
- svič

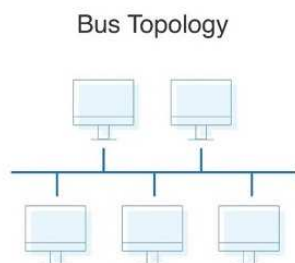
Objašnjenje:

Tačan odgovor je mrežna kartica, koja nam zapravo i pruža mogućnost komunikacije preko mreže.

Topologija mreža

Termin *topologija* se u kontekstu mreža odnosi na oblik međusobne povezanosti računara i drugih mrežnih komponenta.

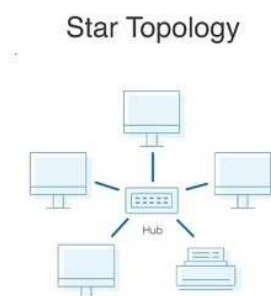
- **Topologija magistrale (engl. *bus topology*)** – U ovom tipu čvorovi su povezani linijski. Na ovaj način se računari često povezuju u lokalnim mrežama (LAN). Ovo je tip mreže gde su svi računari povezani na isti kabl koji se prostire sa jednog kraja mreže na drugi, pa se tako i podaci prenose samo u jednom smeru (half-duplex).
 - Prednosti: Pogodna je za manje mreže, a jednostavna za postavljanje. Zbog toga, i cena postavljanja ovakve mreže je manja.
 - Mane: Ovakve mreže su podložne kvarovima i usporenjima. Zbog toga što se koristi jedan kabl, ako na njemu nastane problem, čitava mreža prestaće da funkcioniše.



Slika 1.2. Izgled topologije magistrale²

² <https://www.dnsstuff.com/what-is-network-topology>

- **Topologija zvezde (engl. *star topology*)** – Zvezdasta topologija predstavlja mrežu u kojoj je svaki čvor direktno povezan na jedan centralni svič ili ruter. U ovako postavljenoj mreži, taj centralni svič je server, a uređaji povezani na njega su klijenti.
 - Prednosti: Prednost ovih mreža se ogleda u tome da se čitava mreža može kontrolisati sa jednog, centralnog mesta. Ako jedan čvor u mreži prestane da radi, ostali čvorovi će bez problema nastaviti sa radom. Novi čvorovi se mogu dodavati bez gašenja čitave mreže. Takođe, ove mreže zahtevaju i manje kablova, pa su i jednostavnije za postavljanje kada postoji potreba za povezivanjem većeg broja uređaja (nodova).
 - Mane: Kako u ovim mrežama postoji jedan centralni uređaj koji je zadužen za kontrolu i rukovođenje mrežom, ako dođe do njegovog ispada, čitava mreža prestaće da radi. Takođe, performanse čitave mreže zavise od tog centralnog uređaja i njegove konfiguracije.

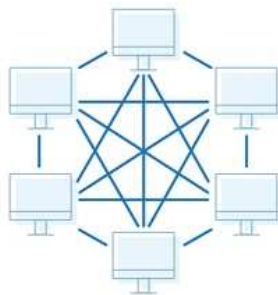


Slika 1.3. Izgled zvezdaste topologije³

- **Mrežasta topologija (engl. *mesh topology*)** – Mrežasta topologija predstavlja sistem povezivanja gde su svi čvorovi međusobno povezani, bez ikakve hijerarhije. Ovakva struktura omogućava dva tipa slanja podataka: *flooding* i rutiranje. Rutiranje se u ovom kontekstu odnosi na logiku pronalaženja najkraće distance prilikom slanja paketa, dok *flooding* ne zahteva nikakvu logiku prilikom traženja odredišnog noda.
 - Prednosti: Ovako organizovane mreže su veoma pouzdane. Mogu rukovati visokim nivoom saobraćaja, jer svaki čvor može prenositi pakete istovremeno. Takođe, ove mreže odlikuju se visokom stabilnošću i otpornošću na greške i kvarove, jer će mreža nastaviti sa radom kada bilo koji čvor ispadne.
 - Mane: Zbog prevelikog broja povezivanja, ove mreže su kompleksne i skupe za postavljanje i održavanje.

³ <https://www.dnsstuff.com/what-is-network-topology>

Mesh Topology



Slika 1.4 Izgled mrežaste topologije⁴

- **Topologija prstena (engl. *ring topology*)** – Čvorovi u ovakvoj mreži su povezani kružno, gde će svaki čvor u mreži imati dva susedna čvora (levo i desno od sebe). Zbog ovako konfigurisane mreže paketi moraju proći kroz sve čvorove u nizu kako bi stigli na odredište. Ovakve mreže su ređe u upotrebi danas. Kako u ovim mrežama paket može putovati samo u jednom pravcu, one se nazivaju half-duplex. Ako bismo želeli da prstenastu topologiju pretvorimo u full-duplex (paketi mogu ići u oba smera), možemo dodati još jednu konekciju i tako dobijamo dualnu prstenastu topologiju (engl. dual ring topology).
 - Prednosti: Kružni protok podataka nam omogućava manju koliziju paketa i samim tim ostvarujemo veće brzine protoka. Zbog načina na koji su postavljene, ove mreže je jeftinije konfigurisati, a lakše je i otkloniti kvarove na njima.
 - Mane: Problem na jednom čvoru može izazvati kvar čitave mreže. Takođe, proširivost ove mreže se dovodi u pitanje jer dodavanje novih čvorova može dovesti do kašnjenja u komunikaciji.

Ring Topology

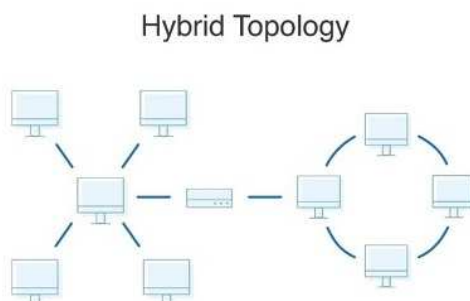


Slika 1.5. Izgled prstenaste topologije⁵

⁴ <https://www.dnsstuff.com/what-is-network-topology>

⁵ <https://www.dnsstuff.com/what-is-network-topology>

- **Hibridne topologije** se često sreću u praktičnoj upotrebi i predstavljaju kombinaciju više tipova mreža opisanih u ovom poglavlju.

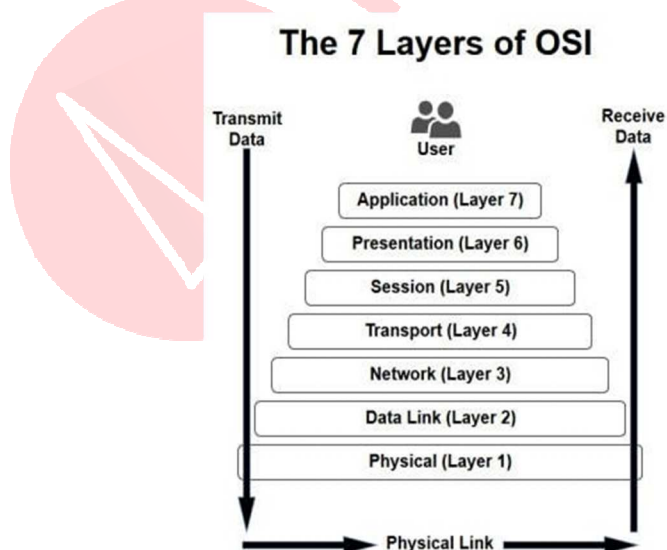


Slika 1.6. Jedan od primera hibridne topologije⁶

Mrežni slojevi

Kako postoji ogroman broj korisnika koji se svakodnevno služe računarskim mrežama širom sveta, potreban je set standarda koji će standardizovati konfiguraciju ovih sistema. Za to nam služi ISO-OSI model.

OSI (Open System Interconnection, 1984) model, koji je kreirala ISO (International Organization for Standardization), kategoriše različite apsekte računarskih mreža u sedam različitih slojeva. OSI definiše koji aspekti mrežne funkcionalnosti se mogu podvrgnuti kojim mrežnim standardima. Tih sedam slojeva računarske mreže su (od najnižeg ka najvišem):



Slika 1.7. Struktura OSI modela (od najvišeg ka najnižem)⁷

⁶ <https://www.dnsstuff.com/what-is-network-topology>

⁷ <https://www.mvps.net/docs/the-7-layers-of-the-osi-model/>

Fizički sloj – odnosi se na fizičke karakteristike mreže kao što su tipovi kabla i konektora, voltaža, frekvencija i slično. Takođe, fizički sloj utiče i na tip arhitekture koja će se koristiti.

Sloj veze/podatka (engl. *data link layer*) – Na ovom sloju se određuje veličina i broj paketa koji će se poslati. Na ovom nivou se vidi i koju MAC (Media Access Control) adresu čvor ima. Ova adresa je zapravo fizički utisnuta u svaki uređaj mreže od strane proizvođača i one su jedinstvene – dakle, ne postoje dva uređaja u svetu koja mogu imati istu MAC adresu.

Mrežni sloj (engl. *network layer*) – Na ovom sloju se zapravo omogućuje primanje i slanje paketa ka adresi koja je naznačena u paketu. Destinacija se pronalazi pomoću logičkih adresa – IP (Internet protocol) adresa. Određivanje adresa za slanje i primanje vrši se pomoću rutera.

Napomena

Za proveravanje MAC i IP adrese koristimo ipconfig/all komandu iz konzole (Command Prompt-a).

Transportni sloj (engl. *transport layer*) – Kontrolise transfer paketa i pronalaženje grešaka. Ovaj sloj vrši siguran transfer paketa tako što proverava koji su paketi poslani i ponovo šalje one koji nisu stigli na svoje odredište. U ovaj sloj spada i TCP protokol (Transmission Control Protocol), pomoću kojeg, pre nego što pošaljemo paket, moramo prvo uspostaviti konekciju.

Sloj sesije (engl. *session layer*) – Kontrolise komunikaciju između različitih čvorova. U ovom sloju se sesija, ili konekcija, između uređaja uspostavlja i okončava i upravlja se njome (u toku jedne sesije se može izvršiti više različitih razmena paketa). Ovaj sloj takođe podržava i autentifikaciju i ponovnu konekciju.

Prezentacijski sloj (engl. *presentation layer*) – Ovaj sloj „prevodi” podatke i sprema ih za naredni, aplikativni sloj. Ovo čini na osnovu zadatih sintaksičkih pravila, pa se ovaj sloj nekad zove i sintakstički sloj. Na ovom sloju se mogu vršiti enkripcija i dekripcija podataka, kao i njihova kompresija/dekompresija.

Aplikativni sloj (engl. *application layer*) – Poslednji (najviši) sloj OSI modela. Odnosi se na tehnike i metode koje su pružene aplikacijama i programima na korišćenje radi komunikacije sa mrežom. Neki od poznatih protokola iz aplikativnog sloja su:

- DNS (Domain Name System) – sistem imenovanja domena;
- FTP (File Transfer Protocol) – protokol za prenos fajlova;
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) – protokol za slanje mejlova;
- Telnet – protokol za emulaciju terminala i komandnih linija.

Rezime

- Računarske mreže su izgrađene iz komponenti: klijenti, serveri, kablovi, mrežne kartice, svičevi, mrežni softver i bežične mreže.
- U zavisnosti od toga naolikoj površini se mreža prostire, mreže delimo na LAN (Local Area Network), WAN (Wide Area Network) i MAN (Metropolitan Area Network).
- Čvor je zapravo uređaj na mreži koji može biti isti kao naš računar.
- Paket je zapravo poruka koja se šalje preko mreže, od jednog čvora do drugog, koja sadrži u sebi početnu adresu, destinaciju i sadržaj.
- Topologija mreža, odnosno načini postavljanja mreža mogu biti: topologija magistrale, topologija zvezde, prstenasta topologija, mrežasta topologija, kao i hibridna topologija (spoj različitih topologija u jednu).
- OSI (Open System Interconnection) definiše koji aspekti mrežne funkcionalnosti se mogu podvrgnuti kojim mrežnim standardima.
- Donji slojevi (1, 2, 3, 4) bave se formatiranjem, kodiranjem i samom transmisijom podataka kroz mrežu.
- Gornji slojevi (5, 6, 7) bave se interakcijom sa krajnjim korisnikom i implementacijom aplikacija na tim mrežama.

